

Idle speed control system for engine

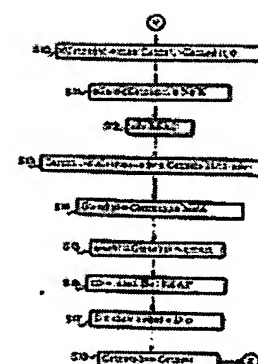
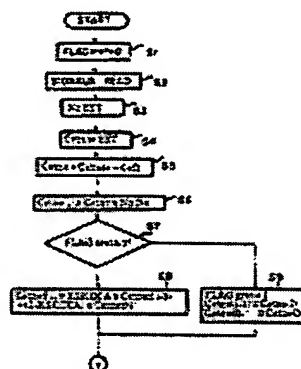
Patent number: DE4041875
Publication date: 1991-07-04
Inventor: HOSOKAI TETUSHI (JP); TAKABA TETSURO (JP);
ISHIHARA TOSHIHIRO (JP); KOBAYASHI HIDEKI (JP)
Applicant: MAZDA MOTOR (JP)
Classification:
- international: F02D41/16
- european: F02D31/00B2B4; F02D41/16
Application number: DE19904041875 19901227
Priority number(s): JP19890338511 19891228

Also published as:

US5065717 (A)
JP3199646 (A)

Abstract not available for DE4041875
Abstract of corresponding document: **US5065717**

An idle speed control system for an engine includes an idle regulator valve which controls the amount of intake air to be fed to the engine when the engine idles and a control unit which detects an engine speed and controls the opening of the idle regulator valve so that the detected engine speed converges on a target idle speed. The control unit calculates a basic air charging efficiency required to fixedly operate the engine at a target idle speed, calculates a first target air charging efficiency by feedback correction of the basic air charging efficiency on the basis of a correction value which is determined according to the difference between an actual idle speed and a target idle speed, calculates a second target air charging efficiency which is the air charging efficiency obtained when the engine is fixedly operated at a detected idle speed while the amount of intake air is kept at a mass flow which will fixedly provide the first target air charging efficiency, calculates a final target mass flow which provides a first-order lag air charging efficiency equal to the second target air charging efficiency, and controls the opening of the idle regulator valve on the basis of the final target mass flow.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12) **Offenlegungsschrift**
10) **DE 40 41 875 A 1**

51) Int. Cl.⁵:
F 02 D 41/16

21) Aktenzeichen: P 40 41 875.8
22) Anmeldetag: 27. 12. 90
43) Offenlegungstag: 4. 7. 91 ✓

(3)

DE 40 41 875 A 1

30) Unionspriorität: 32) 33) 31)
28.12.89 JP P 338511/89

71) Anmelder:
Mazda Motor Corp., Hiroshima, JP

74) Vertreter:
Louis, D., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., 8183
Rottach-Egern; Pöhlau, C., Dipl.-Phys., 8500
Nürnberg; Lohrentz, F., Dipl.-Ing., 8130 Starnberg;
Segeth, W., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte, 8500
Nürnberg

72) Erfinder:
Hosokai, Tetushi; Takaba, Tetsuro; Ishihara,
Toshihiro; Kobayashi, Hideki, Hiroshima, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54) Leerlauf-Drehzahlregelsystem für eine Brennkraftmaschine

57) Ein Leerlauf-Drehzahlregelsystem für eine Brennkraftmaschine weist ein Leerlauf-Regelventil auf, welches die der Maschine zuzuführende Ansaugluftmenge im Leerlauf einsteuert. Außerdem ist eine Steuereinheit vorgesehen, welche die Maschinendrehzahl abtastet und die Öffnung des Leerlauf-Regelventils so einstellt, daß die Ist-Drehzahl sich einer Soll-Leerlaufdrehzahl annähert. Die Steuereinheit berechnet einen Basis-Ladegrad, der zum Konstantbetrieb der Brennkraftmaschine bei der Soll-Leerlaufdrehzahl erforderlich ist, weiterhin einen ersten Soll-Ladegrad durch Rückkopplungs-Korrektur des Basis-Ladegrades auf der Grundlage eines Korrekturwerts, welcher in Abhängigkeit von der Differenz zwischen Ist- und Soll-Leerlaufdrehzahl bestimmt wird. Weiterhin berechnet die Steuereinheit einen zweiten Soll-Ladegrad, der demjenigen Ladegrad entspricht, welchen man bei Konstantbetrieb der Brennkraftmaschine bei einer abgetasteten Ist-Leerlaufdrehzahl erhält, während die Ansaugluftmenge bei einem Massenstrom gehalten wird, der konstant den ersten Soll-Ladegrad ergibt. Schließlich berechnet die Steuereinheit einen End-Soll-Massenstrom, der zu einem Ladegrad mit Verzögerung erster Ordnung führt, welcher dem zweiten Soll-Ladegrad gleich ist. Zuletzt steuert die Steuereinheit die Öffnung des Leerlauf-Regelventils auf der Grundlage des so ermittelten End-Soll-Massenstromes.

DE 40 41 875 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Leerlauf-Drehzahlregelsystem für eine Brennkraftmaschine mit den Merkmalen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs. Insbesondere betrifft die Erfindung ein solches Drehzahlregelsystem, das über ein Leerlauf-Regelventil die der Brennkraftmaschine zuzuführende Ansaugluftmenge steuert, sobald die Drosselklappe geschlossen ist, um dadurch die Ist-Drehzahl im Leerlauf auf eine Soll-Drehzahl hin konvergieren zu lassen.

Bei bekannten elektronisch geregelten Brennkraftmaschinen ist ein Leerlauf-Drehzahlregelsystem in verbreitetem Einsatz, wie es nachfolgend beschrieben ist und z. B. auch aus der JP-OS 62(1987)-32 239 hervorgeht:

Gemäß Fig. 9 sind im Ansaugsystem 4 einer Brennkraftmaschine 2 ein Luftfilter 6, ein Luftstrom-Fühler 8, eine Drosselklappe 10 und eine Einspritzdüse 12 angeordnet. Ein Drosselklappen-Fühler 14 tastet die Öffnungsstellung der Drosselklappe 10 ab; ein Leerlaufschalter 16 ermittelt den Schließzustand der Drosselklappe 10. Die Drosselklappe 10 wird von einem Bypass-Kanal 18 umgangen, der die Räume stromauf und stromab von der Drosselklappe 10 miteinander verbindet und in dem ein Leerlauf-Regelventil (Magnetventil) 20 angeordnet ist.

Verschiedene Fühler zur Erfassung des Betriebszustandes der Brennkraftmaschine 2 und deren Last sind mit einer Steuereinheit 30 verbunden. Es handelt sich beispielsweise um einen Ansaugluft-Temperaturfühler 22, einen Kühlwasser-Temperaturfühler 24, einen Drehzahlfühler 26 und einen Luftverhältnisfühler 28. Nicht gezeigte Komponenten, wie ein Verdichter für eine Klimaanlage, eine Ölpumpe für die Lenkhilfe und andere Hilfseinrichtungen sind mit der Antriebswelle der Brennkraftmaschine 2 verbunden. Um die bei dem Betrieb derartiger Komponenten und Hilfseinrichtungen an der Brennkraftmaschine anliegende Last zu erfassen, sind mit der Steuereinheit 30 auch ein Klimaanlage-Schalter 32, ein Lenkhilfe-Schalter 34 und dgl. verbunden.

Die Steuereinheit 30 regelt die Brennkraftmaschine auf der Basis von Informationen, die ihr von den genannten Fühlern und Schaltern eingegeben werden.

Der Leerlaufschalter 16 ist eingeschaltet, wenn die Drosselklappe 10 voll geschlossen ist. In diesem Zustand bestimmt die Steuereinheit 30 eine Soll-Leerlaufdrehzahl N_0 entsprechend der Information über den Betriebszustand der Brennkraftmaschine, wie z. B. der Kühlwasser-Temperatur oder des Anliegens einer äußeren Last und dgl., und berechnet einen Grund-Massenstrom für die Ansaugluft, der zur Aufrechterhaltung der Soll-Leerlaufdrehzahl N_0 erforderlich ist. Die Steuereinheit 30 korrigiert den Grund-Massenstrom entsprechend der Differenz zwischen der Soll-Leerlaufdrehzahl N_0 und der Ist-Drehzahl N_e und erhält dadurch einen derzeitigen Soll-Massenstrom der Ansaugluft, auf dessen Grundlage sie die Öffnung des Leerlauf-Regelventils 20 steuert. Nach dem nächsten und weiteren Durchlaufen und solange die Soll-Leerlaufdrehzahl nicht verändert wird, korrigiert die Steuereinheit 30 den zuvor ermittelten Soll-Massenstrom in Übereinstimmung mit der Soll-Leerlaufdrehzahl N_0 und einer von neuem erfaßten Ist-Drehzahl N_e , auf deren Grundlage sie jeweils einen neuen Soll-Massenstrom errechnet. Auf diese Weise regelt die Steuereinheit 30 die Differenz zwischen der Soll-Leerlaufdrehzahl und der Ist-Drehzahl der Brennkraftmaschine auf den Wert Null ein.

Das Leerlauf-Regelventil 20 wird durch Impulssignale von einer ausreichend hohen vorbestimmten Frequenz geöffnet bzw. geschlossen und der effektive Öffnungsgrad des Leerlauf-Regelventils 20 wird durch Änderung des Tastverhältnisses der Impulssignale verändert.

Im allgemeinen wird die Drehzahl der Brennkraftmaschine durch das Gleichgewicht zwischen dem abgegebenen Drehmoment und dem Lastdrehmoment bestimmt. Wenn ersteres kleiner als letzteres ist, sinkt die Maschinendrehzahl ab. Dies wird unter Bezugnahme auf die beiliegende Fig. 10 näher erläutert:

In Fig. 10 stellt die Linie b das von der Maschine abgegebene Drehmoment (ausgedrückt durch den Luft-Ladegrad C_{etl}) dar, das erforderlich ist, um die Brennkraftmaschine 2 bei einer gegebenen festen Drehzahl zu betreiben. Wenn die Beziehung zwischen dem Luft-Ladegrad und der Maschinendrehzahl der Linie b entspricht, dann stimmt auch das von der Maschine abgegebene Drehmoment mit dem Last-Drehmoment überein und die Drehzahl bleibt unverändert. (Der Luft-Ladegrad wird im nachfolgenden kurz als Ladegrad bezeichnet).

Wenn die Maschine 2 konstant mit der Soll-Leerlaufdrehzahl N_0 betrieben wird, wobei der Massenstrom von Ansaugluft auf einem Wert G_{no} gehalten wird, der zum Festbetrieb der Maschine bei der Soll-Leerlaufdrehzahl N_0 erforderlich ist, gilt für den Ladegrad C_{etno} die folgende Gleichung (1):

$$C_{etno} = K \cdot (G_{no}/N_0) \quad (1)$$

in welcher K einen Massenstrom-Ladegrad-Umwandlungskoeffizienten bedeutet.

Wird die Maschine 2 konstant bei einer Drehzahl N_e betrieben, wobei der Massenstrom von Ansaugluft auf einem Wert G_{no} gehalten wird, der zum Festbetrieb der Maschine bei der Soll-Leerlaufdrehzahl N_0 erforderlich ist, dann gilt für den Ladegrad C_{etne} die folgende Gleichung (2):

$$C_{etne} = K \cdot (G_{no}/N_e) \quad (2)$$

Die nachfolgende Gleichung (3) leitet sich aus den Gleichungen (1) und (2) ab.

$$C_{etne} = C_{etno} \times (N_0/N_e) \quad (3)$$

Die Kurve a in Fig. 10 gibt die Beziehung (3) wieder.

Wenn die Öffnung des Leerlauf-Regelventils 20 so eingestellt ist, daß der Massenstrom von Ansaugluft auf dem Wert G_{no} gehalten wird, der zur Beibehaltung der Soll-Leerlaufdrehzahl N_0 erforderlich ist, und die Maschine 2 konstant bei einer Drehzahl N_{el} durch äußeren Antrieb gehalten wird, dann entspricht der Ladegrad C_{etne} für den Zylinder 2a der Maschine 2 dem Wert an dem Punkt A auf der Kurve a.

Da der Ladegrad C_{etl} , der zur Beibehaltung der Drehzahl N_{el} notwendig ist, dem Wert an dem Punkt A' auf der Linie b entspricht, wenn in diesem Zustand der äußere Antrieb unterbrochen wird, entsteht eine Drehmoment-Differenz $\Delta T = K_t(C_{etl} - C_{etne})$, wobei K_t ein Koeffizient ist, der der Differenz zwischen dem Ladegrad C_{etl} an dem Punkt A' und dem Ladegrad C_{etne} an dem Punkt A entspricht, und die Drehzahl der Maschine 2 beginnt sich zu verlangsamen. Nimmt man an, daß der tatsächliche Ladegrad sich entsprechend der Kurve a verhält, wenn die Drehzahl N_{el} absinkt, dann wird die Drehmoment-Differenz ΔT zu Null, sobald die Drehzahl N_{el} sich an die Soll-Leerlaufdrehzahl N_{o} angeglichen hat. Zu diesem Zeitpunkt stehen das von der Maschine abgegebene Drehmoment und das Last-Drehmoment miteinander im Gleichgewicht und die Maschine 2 beginnt einen Konstantbetrieb bei der Drehzahl N_{o} .

Es ist jedoch allgemein bekannt, daß bei Übergangszuständen während des Betriebes von Brennkraftmaschinen, in denen sich die Drehzahl N_{el} selbst bei konstantem Luftmassenstrom ändert, der tatsächliche Ladegrad C_{etned} (ein Ladegrad mit Verzögerung erster Ordnung) sich bei jedem Hubzyklus der Brennkraftmaschine 2 in einer Weise ändert, wie dies aus der folgenden Gleichung (4) hervorgeht:

$$C_{etned}(i) = KSKCCA \cdot C_{etned}(i-1) + (1 - KSKCCA) \cdot C_{etne}(i) \quad (4)$$

in welcher KSKCCA ein Verzögerungs-Koeffizient erster Ordnung ist.

Die Kurve c in Fig. 10 gibt die Gleichung (4) wieder. Wie aus der Kurve c zu erkennen ist, ist die Drehmoment-Differenz ΔT an dem Zeitpunkt (Punkt B), an dem die Drehzahl N_{el} sich an die Soll-Leerlaufdrehzahl N_{o} angeglichen hat, größer als Null, so daß dementsprechend die Brennkraftmaschine 2 in der Drehzahl weiter absinkt. Das Absinken der Drehzahl hört an dem Zeitpunkt (Punkt C) auf, an welchem C_{etned} gleich C_{etl} wird. Andererseits tendiert C_{etned} zu einer weiteren Erhöhung, so daß dementsprechend die Brennkraftmaschine 2 beschleunigt und letztlich die Drehzahl N_{el} sich der Soll-Leerlaufdrehzahl N_{o} nähert. Der Graph in Fig. 11 zeigt das dementsprechende Verhalten der Maschinendrehzahl.

Wenn entsprechend der üblichen Vorgehensweise die Kraftstoffzufuhr während der Drehzahlverringern der Maschine 2 unterbrochen wird, bis die Drehzahl auf einen vorbestimmten Drehzahlwert N_{e2} abgesunken ist, dann wird das Maschinen-Drehmoment zu Null und demzufolge nimmt die Absinkgeschwindigkeit zu. Hängt an der Maschine 2 außerdem noch eine äußere Last, z. B. durch die Klimaanlage, die Lenkhilfe und den Drehmomentwandler, dann fällt die Drehzahl umso schneller ab.

Bei der vorstehend beschriebenen Regelungsart fällt die Maschinendrehzahl ab, wenn sie während der Verlangsamung sich der Soll-Leerlaufdrehzahl N_{o} nähert. Außerdem fällt die Drehzahl, weil der Ladegrad mit Verzögerung erster Ordnung C_{etned} zu dem Zeitpunkt (B), an dem die Drehzahl N_{el} vorübergehend gleich der Soll-Leerlaufdrehzahl N_{o} während der Verlangsamung ist, nicht ganz mit dem Ladegrad C_{etno} übereinstimmt, der ein Gleichgewicht mit der Maschinenlast ergeben würde.

Um dieses Problem zu lösen, wird herkömmlicherweise der Luftmassenstrom vorübergehend erhöht, sobald eine Drehzahl-Verringerung der Maschine festgestellt wird, und anschließend wieder allmählich auf den vorherigen Wert eingestellt. Diese Vorgangsweise stellt jedoch nur eine symptomatische Behandlung dar und erfordert eine sehr grosse Anzahl von Daten und Parametern für Maschinen unterschiedlicher Spezifikationen und Ausbildung, um sie an alle Betriebsbedingungen anzupassen. Darüber hinaus erfordert sie ein sehr kompliziertes Regelprogramm und Erfahrung, um eine Übereinstimmung zu erzielen.

Seit einiger Zeit besteht ein gewisser Trend dazu, das Volumen der Ansaugleitung stromab von der Drosselklappe zu vergrößern. Das führt zu einer Erhöhung der Zeitverzögerung bis zum tatsächlichen Eintreten der Luft in den Zylinder, deren Strommenge durch das Leerlauf-Regelventil 20 eingeregelt wird, wodurch die Maschinendrehzahl noch mehr absinkt.

Ausgehend von den vorstehenden Darlegungen liegt der Erfindung die Hauptaufgabe zugrunde, ein Leerlauf-Drehzahlregelsystem für eine Brennkraftmaschine zu schaffen mit dem eine bessere Annäherung der Ist-Drehzahl im Leerlauf an eine Leerlauf-Drehzahl erzielbar ist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch das in dem Patentanspruch vorgeschlagene Regelsystem.

Das erfindungsgemäße Leerlauf-Drehzahlregelsystem für eine Brennkraftmaschine weist somit ein Leerlauf-Regelventil auf, das die der Maschine zuzuführende Ansaugluftmenge im Leerlauf einstellt. Außerdem ist eine Steuereinheit vorgesehen, die die Maschinendrehzahl abtastet und die Öffnung des Leerlauf-Regelventils so einstellt, daß die abgetastete Drehzahl sich der Soll-Leerlaufdrehzahl nähert.

Das wesentliche Kennzeichen besteht nun darin, daß die Steuereinheit einen Rechner für einen Basis-Ladegrad enthält, der einen für den konstanten Betrieb der Maschine bei der Soll-Leerlaufdrehzahl erforderlichen Basis-Ladegrad errechnet. Außerdem ist ein Rechner für einen ersten Soll-Ladegrad vorhanden, der durch eine Rückkopplungs-Korrektur des Basis-Ladegrades einen ersten Soll-Ladegrad auf der Grundlage eines Korrekturwerts errechnet. Der Korrekturwert wird anhand der Differenz zwischen der abgetasteten Maschinendrehzahl und der Soll-Leerlaufdrehzahl bestimmt. Weiterhin ist ein zweiter Rechner für einen zweiten Soll-Ladegrad vorgesehen, der einen zweiten Soll-Ladegrad errechnet. Dieser zweite Soll-Ladegrad ist derjenige Ladegrad, den man erhält, wenn die Maschine konstant bei der abgetasteten Maschinendrehzahl betrieben wird, während die Ansaugluftmenge auf einem Massenstrom gehalten wird, der konstant den ersten Soll-Ladegrad ergibt. Ein weiterer Rechner berechnet einen End-Soll-Massenstrom, der einen dem zweiten Soll-Ladegrad gleichen Ladegrad mit Verzögerung erster Ordnung ergibt, wobei der Ladegrad mit Verzögerung erster Ordnung ein solcher Ladegrad ist, welcher der tatsächlich in den Zylinder eingeführten Luftmenge entspricht, sobald die Öffnung des Leerlauf-Regelventils so eingestellt ist, daß man einen gegebenen Massenstrom erhält. Eine Ventil-Steuereinrichtung steuert schließlich die Öffnung des Leerlauf-Regelventils auf der Basis des End-Soll-Massenstromes.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigt

Fig. 1 ein Flußdiagramm zur Veranschaulichung des Regelungsvorganges, der von der Steuereinheit des

erfindungsgemäßen Leerlauf-Regelsystems gemäß einer Ausführungsart der Erfindung ausgeführt wird;

Fig. 2 ein Flußdiagramm eines Unterbrechungs-Unterprogrammes zur Berechnung eines Rückkopplungs-Korrekturwerts;

Fig. 3 eine Kennlinie zur Berechnung des Rückkopplungs-Korrekturwerts;

Fig. 4 eine Kennlinie zur Berechnung eines Voreil-Koeffizienten erster Ordnung;

Fig. 5 eine Kennlinie zur Berechnung eines Spulentemperatur-Korrekturkoeffizienten;

Fig. 6 eine Kennlinie zur Berechnung eines Batteriespannungs-Korrekturkoeffizienten;

Fig. 7 eine Kennlinie zur Berechnung der Regelleistung;

Fig. 8 eine Simulation des in dem beschriebenen Ausführungsbeispiel ausgeführten Regelvorganges;

Fig. 9 eine schematische Darstellung der mechanischen Anordnung des Regelsystems;

Fig. 10 einen Graph zur Veranschaulichung des Absinkens der Drehzahl, und

Fig. 11 einen Graph, der das Absinken der Drehzahl über der Zeitachse veranschaulicht.

Das erfindungsgemäße Leerlauf-Drehzahlregelsystem entsprechend dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel stimmt weitgehend mit dem in Fig. 9 dargestellten System bezüglich seiner mechanischen Anordnung überein, unterscheidet sich davon jedoch bezüglich des durch die Steuereinheit 30 ausgeführten Regelvorganges. Demzufolge wird nachfolgend das Leerlauf-Drehzahlregelsystem gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel in der Hauptsache bezüglich des durch die Steuereinheit 30 ausgeführten Regelvorganges beschrieben.

Die Steuereinheit 30 berechnet einen Basis-Ladegrad Cebase, der zum konstanten Betrieb der Brennkraftmaschine 2 bei einer Soll-Leerlaufdrehzahl No erforderlich ist, und errechnet anschließend einen ersten Soll-Ladegrad Cetno durch Rückkopplungs-Korrektur des Basis-Ladegrades Cebase auf der Grundlage eines Korrekturwerts Cefb. Letzterer wird in Abhängigkeit von der Differenz zwischen der Ist-Leerlaufdrehzahl Ne und der Soll-Leerlaufdrehzahl No bestimmt. Die Steuereinheit 30 berechnet weiterhin einen zweiten Soll-Ladegrad Cetne, welcher mit dem Ladegrad übereinstimmt, den man bei Konstantbetrieb der Brennkraftmaschine 2 bei einer abgetasteten Leerlaufdrehzahl Ne und mit einer auf einem Massenstrom Gno gehaltenen Ansaugluftmenge erhält, wobei der Massenstrom Gno konstant den ersten Soll-Ladegrad Cetno ergeben würde. Weiterhin berechnet die Steuereinheit 30 einen End-Soll-Massenstrom Gtotal, der einen Ladegrad mit Verzögerung erster Ordnung Cetned gleich dem zweiten Soll-Ladegrad Cetne ergibt. Dabei stellt der Ladegrad mit Verzögerung erster Ordnung einen solchen Ladegrad dar, der einer tatsächlich in den Zylinder 2a eingeführten Ladungsmenge entspricht, sobald die Öffnung des Leerlauf-Regelventils 20 eingestellt ist und man einen gegebenen Massenstrom erhält. Schließlich steuert die Steuereinheit 30 die Öffnung des Leerlauf-Regelventils 20 auf der Basis des End-Soll-Massenstromes Gtotal.

Wenn der Leerlaufschalter 16 eingestellt ist, dann wiederholt die Steuereinheit 30 den in Fig. 1 dargestellten Regelvorgang bei jedem Hubzyklus der Brennkraftmaschine 2.

In dem Schritt S1 beseitigt die Steuereinheit 30 eine Markierung xrst (xrst = 0), welche anzeigt, daß es der erste Durchlauf ist. Anschließend liest die Steuereinheit 30 in dem Schritt S2 eine Information über den Betriebszustand der Brennkraftmaschine 2 sowie über den Betrieb von Hilfseinrichtungen aus den Ausgangssignalen der Fühler und Schalter, z. B. des Drehzahlfühlers 26, des Luftstromfühlers 8, des Klimaanlage-Schalters 32, des Lenkhilfe-Schalters 34 und dgl., ein. In dem Schritt S3 bestimmt die Steuereinheit 30 eine Soll-Leerlaufdrehzahl No entsprechend der Kühlwassertemperatur und in Abhängigkeit davon, ob an der Brennkraftmaschine 2 eine äußere Last anliegt. Anschließend ermittelt sie einen Basis-Ladegrad Cebase, der zum Konstantbetrieb der Brennkraftmaschine 2 bei der Soll-Leerlaufdrehzahl No erforderlich ist, und errechnet dann einen ersten Soll-Ladegrad Cetno durch Addition eines Rückkopplungs-Korrekturwerts Cefb zu dem Basis-Ladegrad Cebase. Der Rückkopplungs-Korrekturwert Cefb wird in Abhängigkeit von der Differenz zwischen der abgetasteten Ist-Leerlaufdrehzahl Ne und der Soll-Leerlaufdrehzahl No bestimmt (Schritte S4 und S5). Der Rückkopplungs-Korrekturwert Cefb wird aus der Kennlinie gemäß Fig. 3 in vorbestimmten Zeitabständen (z. B. alle 160 msec) und entsprechend dem Flußdiagramm gemäß Fig. 2 ermittelt.

In dem Schritt S6 berechnet die Steuereinheit 30 einen zweiten Soll-Ladegrad Cetne(i) (= Gno/Ne), der mit demjenigen Ladegrad übereinstimmt, welchen man bei Konstantbetrieb der Brennkraftmaschine 2 bei der abgetasteten Leerlaufdrehzahl Ne erhält und wobei die Ansaugluftmenge auf einem ersten Soll-Massenstrom Gno gehalten wird, welcher konstant den ersten Soll-Ladegrad Cetno ergibt.

Anschließend stellt die Steuereinheit 30 in dem Schritt S7 fest, ob die Markierung xrst gesetzt ist (xrst = 1). Ist das der Fall, d. h. handelt es sich nicht um den ersten Durchlauf, dann errechnet die Steuereinheit 30 in dem Schritt S8 einen Ladegrad Cetned(i) mit Verzögerung erster Ordnung, welcher der dem Zylinder 2a tatsächlich zugeführten Ladungsmenge entspricht, wenn die Öffnung des Leerlauf-Regelventils 20 eingestellt ist, so daß man den ersten Soll-Massenstrom Gno erhält. Der Ladegrad mit Verzögerung erster Ordnung Cetned(i) wird in Übereinstimmung mit der folgenden Gleichung ermittelt, wie dies vorstehend schon in Zusammenhang mit dem Stand der Technik erläutert wurde:

$$\text{Cetned}(i) = \text{KSKCCA} \cdot \text{Cetned}(i-1) + (1 - \text{KSKCCA}) \cdot \text{Cetne}(i).$$

Der Ladegrad Cetned(i) mit Verzögerung erster Ordnung wird im wesentlichen endgültig in Übereinstimmung mit der jeweiligen Maschinenspezifikation festgelegt.

Wenn in dem Schritt S7 festgestellt wird, daß die Markierung xrst nicht auf 1 steht, dann ändert die Steuereinheit 30 in dem Schritt S9 den vorhergehenden Wert Cetne(i-1) des zweiten Soll-Ladegrades auf den Wert des zweiten Soll-Ladegrades Cetne(i), der in dem Schritt S6 ermittelt wurde, und stellt den gegenwärtigen Wert Cetned(i) des Ladegrades mit Verzögerung erster Ordnung auf den Wert des zweiten Soll-Ladegrades Cetne(i) ein, der in dem Schritt S6 bestimmt wurde.

In dem Schritt S10 berechnet die Steuereinheit 30 die Differenz zwischen dem Ladegrad Cetned(i) mit

Verzögerung erster Ordnung und dem zweiten Soll-Ladegrad $Cetne(i)$. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird nur der Fall berücksichtigt, in dem der erstere Wert kleiner als der letztere Wert ist, und es wird der Ladegrad-Mangel $dCetned = \max(Cetno - Cetned, 0)$ berechnet.

In dem Schritt S11 berechnet die Steuereinheit 30 einen Luftmassenstrom-Mangel $dGa = dCetned \cdot Ne/K$ entsprechend dem Ladegrad-Mangel $dCetned$ und liest in dem Schritt S12 einen Voreil-Koeffizienten adv erster Ordnung aus der Kennlinie gemäß Fig. 4 aus, um den Luftmassenstrom-Mangel dGa zu kompensieren. In dem nächsten Schritt S13 berechnet die Steuereinheit 30 einen End-Soll-Ladegrad $Cecont$, der einen Ladegrad $Cetned(i)$ mit Verzögerung erster Ordnung gleich dem zweiten Soll-Ladegrad $Cetne(i)$ entsprechend der folgenden Gleichung ergibt:

$$Cecont(i) = (Cetne(i) - adv \cdot Cetne(i - 1)) / (1 - adv).$$

In dem Schritt S14 berechnet die Steuereinheit 30 einen End-Soll-Massenstrom $Gtotal(i)$ auf der Basis des End-Soll-Ladegrades $Cecont(i)$ entsprechend der Formel $Gtotal(i) = Cecont(i) \cdot Ne/K$. In dem anschließenden Schritt S15 berechnet die Steuereinheit 30 einen Volumenstrom $qisc$ der Luft, der durch das Leerlauf-Regelventil 20 erlaubt sein soll, auf der Basis des End-Soll-Massenstromes $Gtotal(i)$ entsprechend der Formel $qisc = Gtotal(i) / \gamma_{qmain}$. Darin bedeutet $qmain$ den Volumenstrom an Luft, der an der Drosselklappe 10 vorbei als Leckluft hindurchtritt.

In dem Schritt S16 liest die Steuereinheit 30 einen Spulentemperatur-Korrekturkoeffizienten $cthw$, einen Batteriespannungs-Korrekturkoeffizienten $cbat$ und eine Regelleistung $D(i)$ auf der Basis des Volumenstromes $qisc$ an Luft aus, der durch das Leerlauf-Regelventil 20 zugelassen wird. Das Auslesen erfolgt jeweils aus den Kennlinien gemäß den Fig. 5, 6 und 7. In dem anschließenden Schritt S17 berechnet die Steuereinheit 30 eine End-Regelleistung bzw. das Regelausmaß $D (= cbat \cdot cthw \cdot D(i))$ und regelt die Öffnung des Leerlauf-Regelventils 20 entsprechend auf der Basis dieses End-Stellwertes D ein.

Anschließend kehrt die Steuereinheit 30 zu dem Schritt S20 zurück, nachdem der gegenwärtige Wert des zweiten Soll-Ladegrades $Cetne$ an die Stelle des vorangehenden Werts $Cetne(i - 1)$ gesetzt wurde.

Die Darstellung in Fig. 8 zeigt eine Simulation des vorstehend beschriebenen Regelvorganges. Darin gibt die Kurve d die Änderung des zweiten Soll-Ladegrades $Cetne$ im Idealzustand und die Kurve e die Änderung des Ladegrades $Cetned$ mit Verzögerung erster Ordnung an, wobei letzterem die Annahme zugrunde liegt, daß die ihm entsprechende Ladungsmenge tatsächlich in den Zylinder 2a eintritt, wenn die Öffnung des Leerlauf-Regelventils 20 auf der Basis des zweiten Soll-Ladegrades $Cetne$ im Idealzustand gesteuert wird. Die Kurve f zeigt die Veränderung des Ladegrad-Mangels $dCetned$ an, um den der Ladegrad $Cetned(i)$ mit Verzögerung erster Ordnung kleiner als der zweite Soll-Ladegrad $Cetne(i)$ ist.

Die Kurve g in Fig. 8 zeigt die Veränderung des Luftmassenstrom-Mangels $dGa = dCetned \cdot Ne/K$ entsprechend dem Ladegrad-Mangel $dCetned$ an, die Kurve h gibt die Veränderung des Voreil-Koeffizienten adv erster Ordnung für die Kompensation des Luftmassenstrom-Mangels dGa an und die Kurve i beschreibt die Veränderung des End-Soll-Ladegrades $Cecont$. Die Kurve j gibt schließlich die Veränderung des End-Soll-Massenstromes $Gtotal$ an. Die Öffnung des Leerlauf-Regelventils 20 wird auf der Basis dieses End-Soll-Massenstromes $Gtotal$ eingesteuert.

Bei Einstellung der Öffnung des Leerlauf-Regelventils 20 auf der Grundlage des End-Soll-Massenstromes $Gtotal$ geht die Änderung des Ladegrades mit Verzögerung erster Ordnung, der der tatsächlich in den Zylinder 2a eintretenden Ladungsmenge entspricht, weitgehend konform mit der Änderung des zweiten Soll-Ladegrades $Cecont$ im Idealzustand. Demzufolge kann der Ladegrad mit Verzögerung erster Ordnung, der der tatsächlich in den Zylinder 2a eintretenden Ladungsmenge entspricht, zu dem Zeitpunkt, an dem die Ist-Drehzahl Ne mit der Soll-Leerlaufdrehzahl No übereinstimmt, mit dem Ladegrad angenähert werden, der erforderlich ist, um anschließend die Drehzahl auf der Soll-Leerlaufdrehzahl No zu halten. Hierdurch läßt sich ein Abfallen der Maschinendrehzahl aufgrund eines Ladegrad-Mangels (Unterschreitung) oder eine Regel-Überschwingung der Maschinendrehzahl, die mit einem Drehzahlabfall einhergeht, vermeiden und die Ist-Drehzahl Ne kann besser an die Soll-Leerlaufdrehzahl No angenähert werden.

Das Regelprogramm zur Ausführung des vorstehend beschriebenen Regelvorganges läßt sich relativ einfach vorbereiten, sobald der Verzögerungskoeffizient $KSKCCA$ erster Ordnung zur Berechnung des Ladegrades mit Verzögerung erster Ordnung und der Voreil-Koeffizient adv erster Ordnung vorliegen. Weiterhin läßt sich das Regelprogramm als solches an verschiedene Maschinen mit unterschiedlichen Spezifikationen anwenden, solange für jede Maschine diese beiden Koeffizienten bekannt sind, und ist daher mit niedrigen Kosten verbunden. Im Unterschied zu dem Massenstrom hängt der Ladegrad nicht von der Verdrängung der Brennkraftmaschine ab, woraus sich ergibt, daß verschiedene Daten und Parameter zur Regelung der Leerlauf-Drehzahl nicht in Abhängigkeit von der Verdrängung verändert werden müssen. Das erleichtert die jeweilige Anpassung.

Die vorstehende Erläuterung zeigt, daß erfindungsgemäß eine Änderung des Ladegrades während einer Übergangszeit, in der die Brennkraftmaschine mit beliebiger Drehzahl läuft und die Drehzahl sich einer Soll-Leerlaufdrehzahl annähert, weitgehend an eine Ladegradänderung angepaßt werden kann, die ideal geeignet ist, die Ist-Leerlaufdrehzahl der Soll-Leerlaufdrehzahl anzunähern. Demzufolge kann das Maschinen-Drehmoment zu dem Zeitpunkt, an dem die Ist-Leerlaufdrehzahl vorübergehend mit der Soll-Leerlaufdrehzahl übereinstimmt, weitgehend dem erforderlichen Wert gleichgesetzt werden, der zu einem Konstantbetrieb der Maschine bei Soll-Leerlaufdrehzahl erforderlich ist. Auf diese Weise können Regelschwingungen der Maschinendrehzahl weitgehend vermieden werden und die Ist-Drehzahl läßt sich schneller an die Soll-Leerlaufdrehzahl heranbringen. Im Unterschied zu dem Massenstrom hängt außerdem der Ladegrad nicht von dem Hubraum der Maschine ab, so daß als Folge davon zahlreiche Daten zur Regelung der Leerlaufdrehzahl nicht in Abhängigkeit von dem Hubraum eingestellt werden müssen. Das erleichtert die Einstellung erheblich.

Patentanspruch

5 Leerlauf-Drehzahlregelsystem für eine Brennkraftmaschine, mit einem Leerlauf-Regelventil (20), das die der Brennkraftmaschine zuzuführende Ansaugluftmenge im Leerlauf steuert, und mit einer Steuereinheit (30), welche die Maschinendrehzahl abtastet und die Öffnung des Leerlauf-Regelventils so einstellt, daß sich die abgetastete Ist-Drehzahl einer Soll-Leerlaufdrehzahl annähert, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit (30) folgende Einrichtungen enthält:

10 Einen Basis-Ladegrad-Rechner, der einen für einen konstanten Betrieb der Brennkraftmaschine bei der Soll-Leerlaufdrehzahl erforderlichen Basis-Ladegrad errechnet,

einen ersten Soll-Ladegrad-Rechner, der einen ersten Soll-Ladegrad durch Rückkopplungs-Korrektur des Basis-Ladegrades auf der Grundlage eines Korrekturkoeffizienten errechnet, wobei der Korrekturkoeffizient in Abhängigkeit von der Differenz zwischen Ist-Drehzahl und Soll-Leerlaufdrehzahl bestimmt wird,

15 einen zweiten Soll-Ladegrad-Rechner, der einen zweiten Soll-Ladegrad als denjenigen Ladegrad errechnet, den man bei Konstantbetrieb der Brennkraftmaschine bei der abgetasteten Ist-Drehzahl erhält, während ein Massenstrom der Ansaugluft beibehalten wird, der konstant den ersten Soll-Ladegrad ergibt,

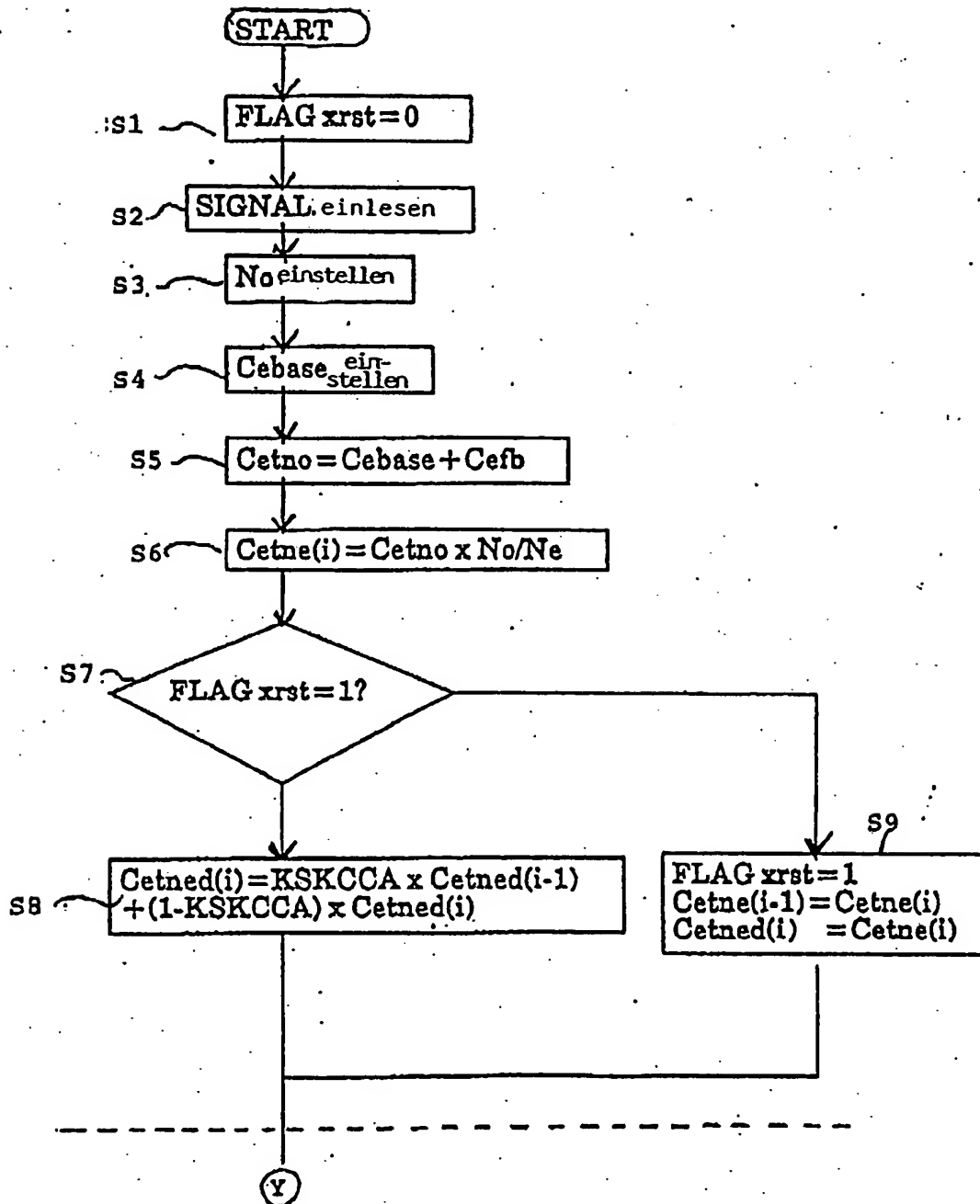
20 einen End-Soll-Massenstrom-Rechner zur Berechnung eines End-Soll-Massenstromes, der einen dem zweiten Soll-Ladegrad gleichen Ladegrad mit Verzögerung erster Ordnung ergibt, wobei der Ladegrad mit Verzögerung erster Ordnung ein der tatsächlich in den Zylinder eintretenden Ladungsmenge entsprechender Ladegrad ist, wenn die Öffnung des Leerlauf-Regelventils so eingestellt ist, daß man einen gegebenen Massenstrom erhält, und

eine Ventil-Steuereinrichtung, welche die Öffnung des Leerlauf-Regelventils auf der Grundlage des End-Soll-Massenstromes einstellt.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —

FIG. 1



Fortsetzung nächstes Blatt

Fig. 1

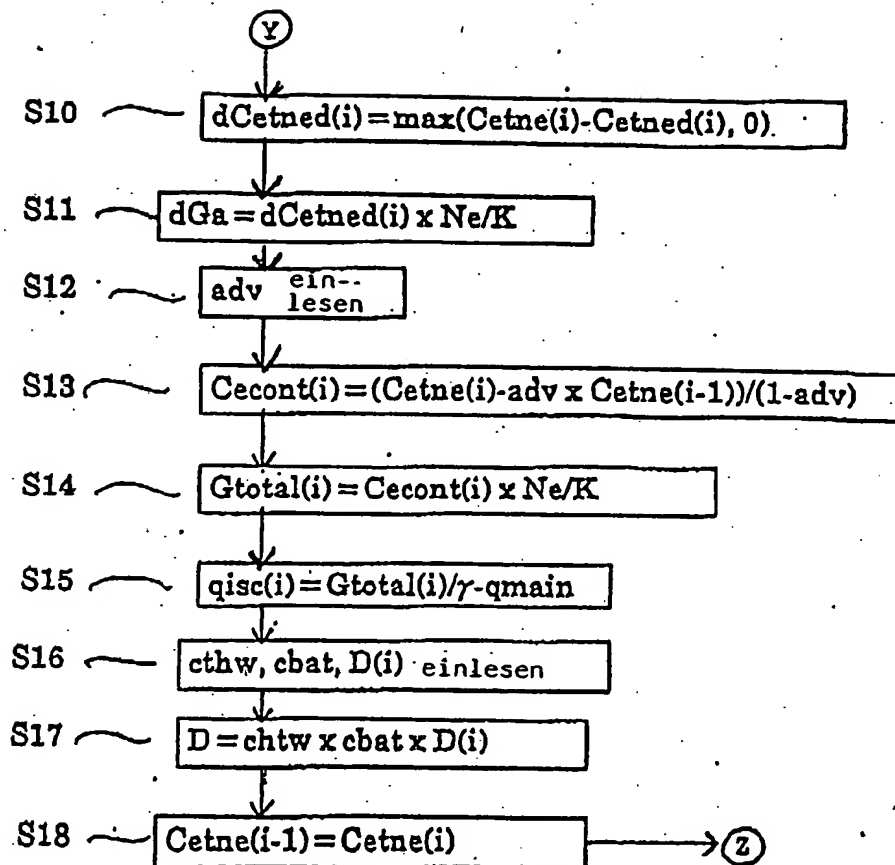


FIG. 2

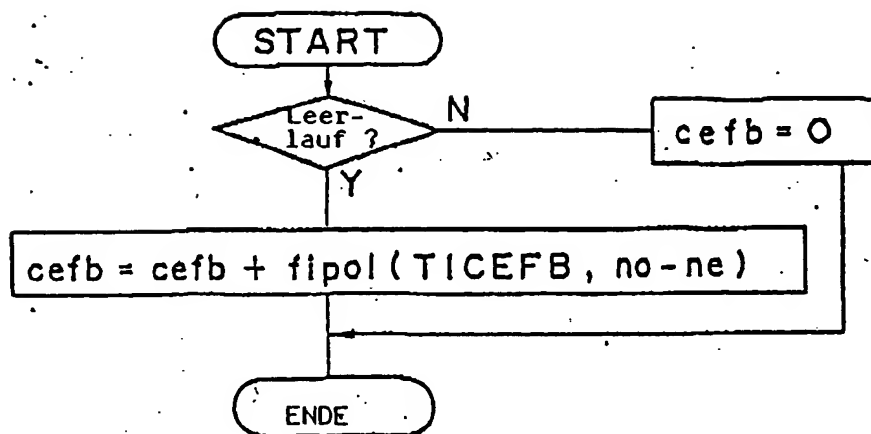


FIG. 3

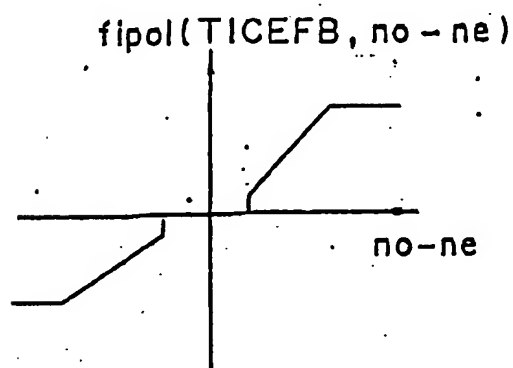


FIG. 4

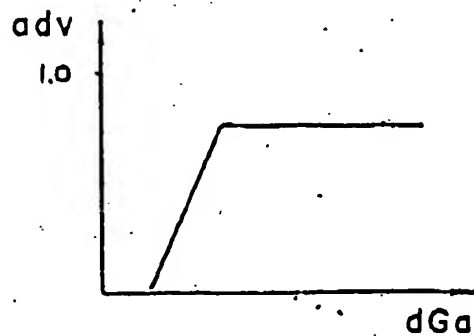


FIG. 5

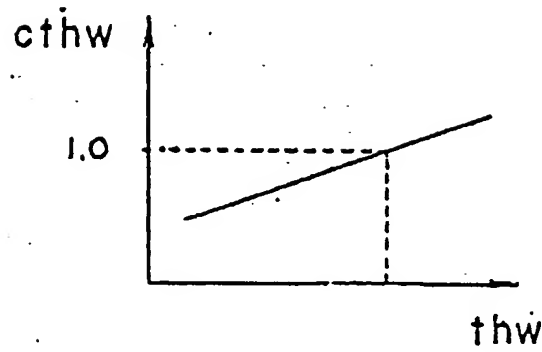


FIG. 6

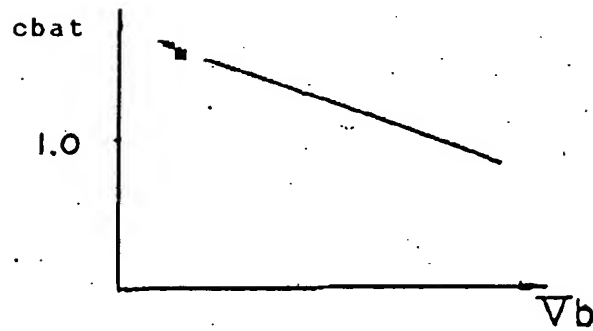


FIG. 7

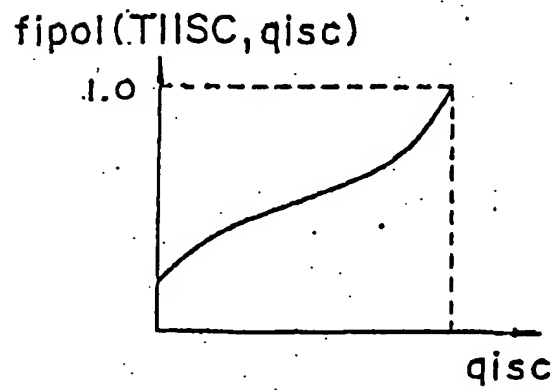


FIG. 8

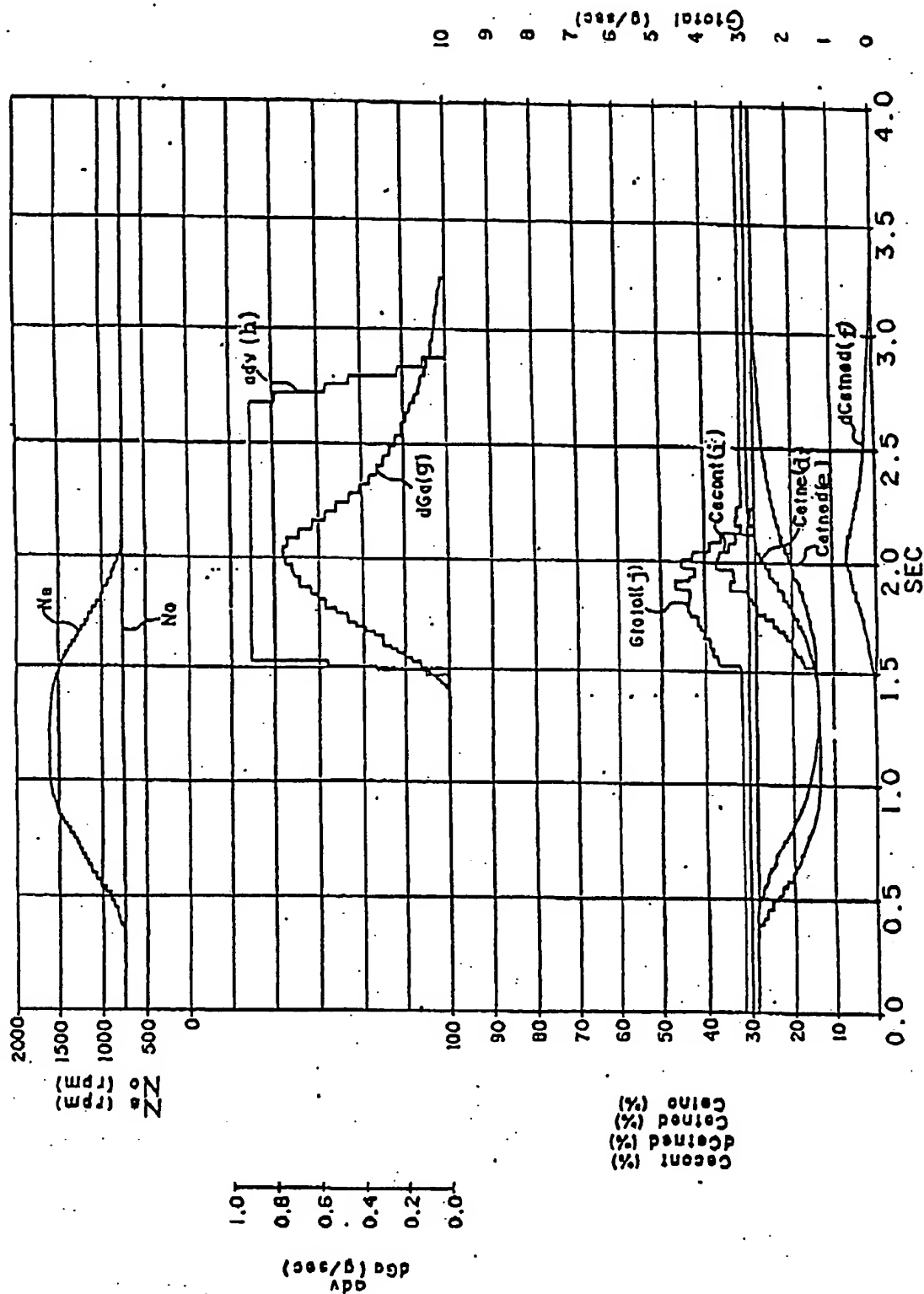


FIG. 9

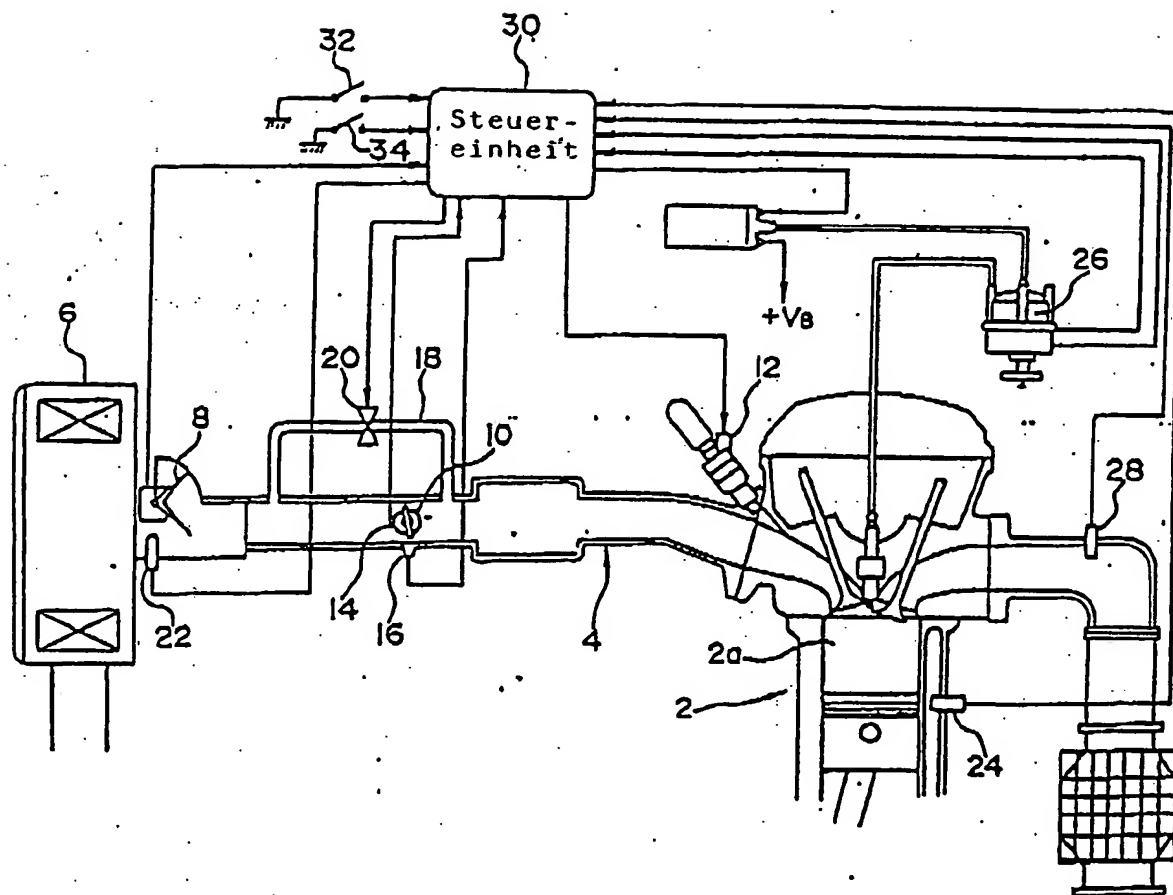


FIG. 10

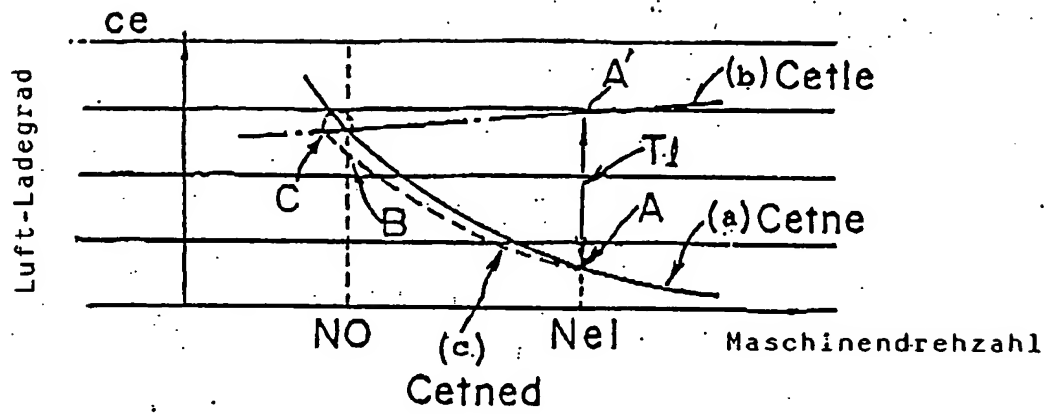
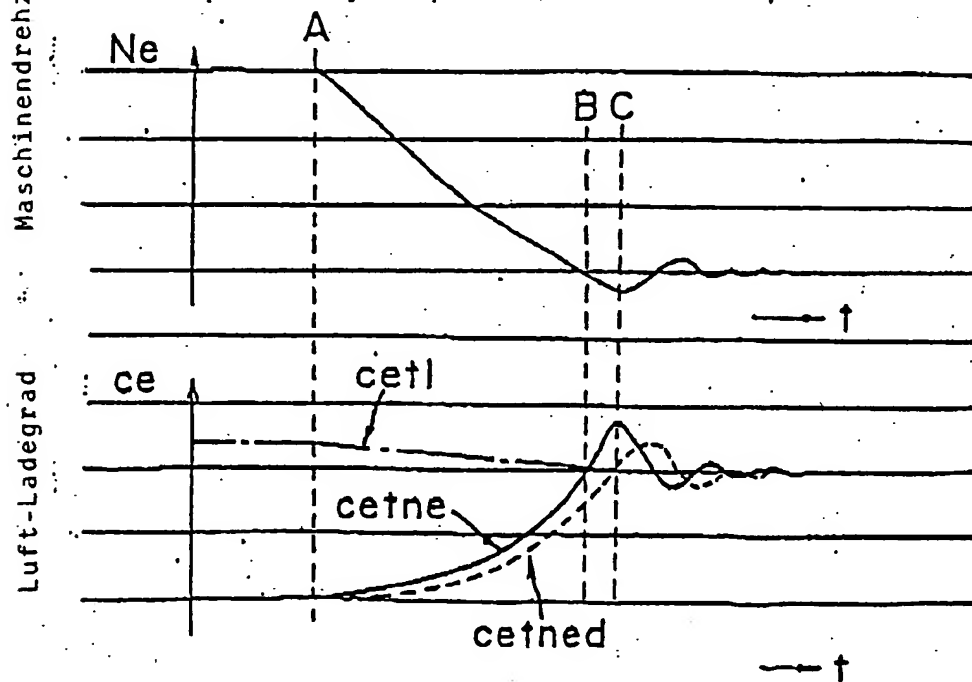


FIG. 11



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.